OWNER

EQUINIX

ALL INFORMATION, DIMENSIONS, AND VALUES REPRESENTED IN THESE DRAWINGS ARE FOR GUIDANCE ONLY AND ARE THE RESPONSIBILITY OF THE CONSULTANT/CONTRACTOR TO CONFIRM, PERFORM ANY CALCULATIONS AND FIELD VERIFY CONDITIONS BEFORE PROCEEDING WITH ANY WORK.

DESIGNER

GEOTECH S.r.l.
SOCIETA' DI INGEGNERIA
Via T.Nani, 7 Morbegno (SO)
Tel. +39 0342610774
E-mail: info@geotech-srl.it
Sito: www.geotech-srl.it

CERTIFIED COMPANY

TÜV PROFI CERT ISO 9001 + 14001 73 100/104 4379

NO.	DESCRIPTION	DATE
02	RIBA 3; spatial coordination.	14/02/2025

PROJECT:

RTN CONNECTION TO THE NEW EQUINIX DATA CENTER PLANT HV/MV SUBSTATION

VIA MONZORO
SETTIMO MILANESE, ITALY, 20019

DRAWING TITLE

EMC REPORT

JOB NO.:

G998_DEF_R_SUB044_REL_CEM_REV02

SHEET NUMBER

E1000.XXXX

DATE:

14/02/2025

PURPOSE OF ISSUE:

3 – Developed Design

REVISION

R02

DOCUMENT REFERENCE:

MLSS2-RP-E-1000-XX-XX-POWR-GEO-EMC REPORT-R02

© Equinix, Inc.

INDICE

1 PREMESSA 3
2 OGGETTO 3
3 CONCETTI BASE 3
4 QUADRO NORMATIVO 5
4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 7
4.2 DEFINIZIONI 9
5 METODOLOGIA DI CALCOLO 10
5.1 VERIFICA DI CONFORMITA' 11
6 LAYOUT IMPIANTO 12
6.1 DATI TECNICI 12
6.2 VALORI CORRENTI IMPIEGATE NEI CALCOLI 12
6.3 CONFIGURAZIONE GEOMETRICA ADOTTATA NEL CALCOLO 15
6.4 DISTRIBUZIONE DELLE TENSIONI E DELLE CORRENTI 15
7 VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO E FASCE DI RISPETTO 16
8 VALUTAZIONE CAMPO ELETTRICO 17
9 CONCLUSIONI 17

1 PREMESSA

La presente relazione redatta dalla società Geotech s.r.l .con sede a Morbegno (SO), Via Nani,7 ha lo scopo di verificare, per l'opera in progetto, ovvero per la stazione utente denominata "MLSS2" di proprietà Equinix, il rispetto dei limiti di legge relativi la protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz).

Le valutazioni e i calcoli saranno eseguiti in ottemperanza alla Legge 22 febbraio 2001, n. 36 *"Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"*, al D.P.C.M. 8 Luglio 2003 *"Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la* protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" e al Decreto ministeriale 29 maggio 2008 "*Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".*

2 OGGETTO

Nel dettaglio verranno calcolati e analizzati i valori del campo elettrico e di induzione magnetica generati dai componenti elettrici (Linee in cavo interrato, sbarre, trasformatori ecc..) di prevista installazione nella nuova sottostazione AT/MT denominata "MLSS2", di proprietà EQUINIX, da realizzarsi nel comune di Settimo Milanese in provincia di Milano.

3 CONCETTI BASE

I campi associati a fenomeni elettrici e magnetici naturali o artificiali si dividono:

- Campi elettrici;
- Campi magnetici;
- Campi elettromagnetici.

Un campo elettromagnetico è costituito da due grandezze che variano periodicamente nel tempo: il campo elettrico ed il campo magnetico, rappresentate nella figura di seguito.

Il primo si definisce come una proprietà o perturbazione dello spazio, dovuta alla presenza di cariche elettriche, la sua intensità si misura in volt per metro (V/m).

Analogamente, il campo magnetico è una proprietà dello spazio legata alla presenza di cariche elettriche in movimento (correnti elettriche), la sua intensità si esprime in ampere per metro(A/m) o in microtesla (μT).

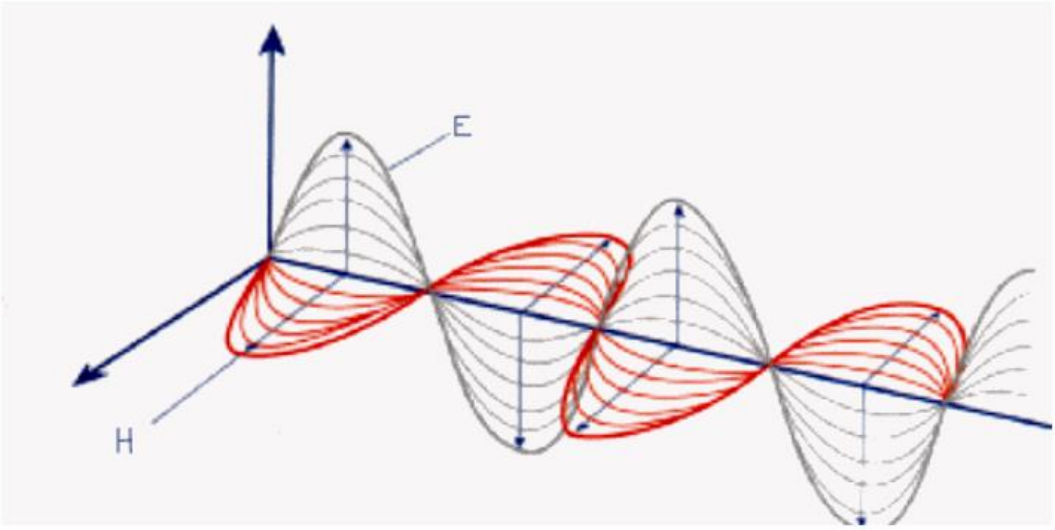


Grafico andamento campo elettromagnetico

Per quanto riguarda le linee elettriche aeree e interrate e tutti gli impianti di rete, stazioni elettriche, cabine primarie e secondarie è importante chiarire che il campo elettrico prodotto dipende dalla tensione del sistema mentre il campo magnetico dall'intensità di corrente.

L'intima correlazione tra campo elettrico e campo magnetico porta spesso a considerarli come un'unica entità fisica, detta appunto campo elettromagnetico. In effetti, nel caso di frequenze elevate, non è possibile considerare separatamente i due campi; al contrario, nel caso di bassissime frequenze, poiché le grandezze variano in modo relativamente lento nel tempo, i campi possono essere trattati come fenomeni sovrapposti ma indipendenti.

Alla frequenza di rete (50 Hz) tipica del sistema elettrico italiano, il regime elettrico è possibile considerarlo di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico.

La frequenza è definibile come il numero di cicli al secondo con cui variano le grandezze elettriche tensione e corrente, e di conseguenza le altre grandezze, in modo sinusoidale. Essa contraddistingue tutte le svariate applicazioni e caratterizza anche le interazioni con gli organismi viventi.

I campi elettromagnetici possono essere suddivisi in due classi primarie:

- ✓ le *radiazioni non ionizzanti*, che vanno dalle frequenze estremamente basse all'ultravioletto;
- ✓ le *radiazioni ionizzanti* costituite dai raggi X e gamma.

Nello specifico tutti gli impianti di rete, linee elettriche, cabine primarie e secondarie generano campi a frequenza pari a 50Hz e pertanto radiazioni non ionizzanti.

4 QUADRO NORMATIVO

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge 36\2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- *Limite di esposizione* il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- *Valore di attenzione*, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- *Obiettivo di qualità* come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 8 Luglio 2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μT, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 μT. E' stato altresì

esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio.
Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.
Lo stesso DPCM ha fissato anche i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti, rimandando ad un successivo atto legislativo la definizione delle metodologie di calcolo. In particolare all'art.6, comma 1 ha stabilito, tra l'altro, che per la determinazione delle fasce di rispetto si deve fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 dello stesso DPCM ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60 *"Portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100kV*".

A seguito di tale DPCM, il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) nel febbraio 2006 ha pubblicato la Norma CEI 106-11 *"Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8/07/2003 (art.6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo"* dove viene assunto per il calcolo dell'induzione magnetica in una sezione trasversale di una linea elettrica il modello normalizzato descritto nella Norma CEI 211-4 del 01/10/1999 *"Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"*, che viene considerati applicabile anche alle linee in cavo interrato. Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot-Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate.

Con tale modello e con opportune schematizzazioni, secondo la Norma 106-11, si può determinare, con risultati del tutto accettabili, l'induzione magnetica totale dovuta a tre conduttori costituenti la linea, sia per linee aeree che interrate.

Inoltre detta Norma suggerisce un approccio pratico per determinare, in prima battuta, il corridoio di terreno in corrispondenza di una linea elettrica all'interno del quale, si hanno valori di campo magnetico maggiori o uguali all'obiettivo di qualità.
In applicazione all'art, 6 comma 2 del suddetto DPCM 08/07/2003, il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, con Decreto del 29/05/2008 *"Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"*, ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, definita da APAT sentite le ARPAT.

Nella sostanza detto Decreto, ai fini della gestione territoriale, riprendendo il concetto suggerito dalla Norma CEI 106-11, indica un procedimento semplificato per la determinazione della distanza dall'asse dell'elettrodotto, chiamata "Distanza di Prima Approssimazione" DPA oltre la quale si hanno valori di induzione magnetica inferiori a quelli dell'obiettivo di qualità e, inoltre, richiamando la stessa Norma, conferma l'applicabilità del modello di calcolo bidimensionale in essa indicato per il calcolo della stessa DPA.

Nel caso di situazioni complesse quali parallelismi o incroci di più linee o cambi di direzione, il Decreto fornisce ulteriori procedimenti semplificati per la determinazione delle sopradette DPA.

Nel caso di situazioni di non rispetto delle DPA per vicinanza tra edifici o luoghi destinati a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere consecutive, esistenti o di nuova progettazione, e elettrodotti esistenti o nuovi, o in casi particolarmente complessi per la presenza di numerosi elettrodotti o andamenti molto irregolari, il Decreto prevede che si possa accertare il rispetto dell'obiettivo di qualità eseguendo il calcolo esatto della fascia di rispetto, tramite adeguate puntuali sezioni nello spazio.

Inoltre, lo stesso decreto, oltre a ribadire quanto imposto dal DPCM 08/07/2003, che la corrente da considerare nei calcoli, nel caso di linee elettriche aeree con tensione superiore a 100kV, è la *"portata in corrente in servizio normale"* come calcolata ai sensi della Norma CEI 11-60 relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata, aggiunge che per le linee in cavo la corrente da utilizzare è la *"portata in regime permanente"* come definita nella norma CEI 11-17 *"Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo"*. Infine, per quanto riguarda le Stazioni primarie e cabine, il decreto stabilisce che le fasce di rispetto dovranno essere calcolate relativamente agli elementi perimetrali (es. portali, sbarre ecc..).

4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Leggi

- ✓ Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fino a 300 GHz (n. 1999/519/CE)
- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";

- ✓ D.P.C.M. 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- ✓ D.M. 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- ✓ Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- ✓ Legge 28 giugno 1986 n° 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- ✓ Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- ✓ Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- ✓ Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

Norme CEI

- ✓ CEI 11-17 terza edizione "Linee in Cavo"
- ✓ CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- ✓ CEI 20-21, " Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente " terza edizione, 2007-10
- ✓ CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche",
- ✓ CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- ✓ CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02

Altre

- ✓ ENEL – Linea guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato a DM 29/05/08 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche
- ✓ Rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie"

4.2 DEFINIZIONI

Campo Elettrico (Rif. Norma CEI 211-6)

Grandezza vettoriale "E" che, in ogni punto di una data regione di spazio, rappresenta il rapporto fra la forza "F" esercitata su una carica elettrica di prova "q" ed il valore della carica medesima.
L'unità di misura del campo elettrico nel Sistema Internazionale è il Volt per metro (V/m)

Campo Magnetico (Rif. Norma CEI 211-6)

Quantità vettoriale "H" pari al rapporto tra l'induzione magnetica "B" e la permeabilità magnetica μ, che caratterizza le proprietà magnetiche del mezzo.
L'unità di misura del campo elettrico nel Sistema Internazionale è l'Ampere per metro (A/m), quella della permeabilità magnetica l'Henry per metro (H/m)

Induzione magnetica (Rif. Norma CEI 211-6)

Grandezza vettoriale "B" che, in ogni punto di una data regione, determina una forza "F" su una carica "q" in moto con velocità "v":

$$F = q\ (v \times B)$$

L'unità di misura dell'induzione magnetica nel Sistema Internazionale è il tesla (T) o Weber per metro quadrato (Wb/m^2).

Esposizione (Rif. Legge n°36 del 22/02/2001)

È la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale.

Limite di esposizione (Rif. Legge n°36 del 22/02/2001)

È il valore del campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori.

Valore di attenzione (Rif. Legge n°36 del 22/02/2001)

È il valore del campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge.

Obiettivo di qualità (Rif. Legge n°36 del 22/02/2001)

È il valore del campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definito dallo Stato secondo le previsioni di cui all'Art. 4, comma 1, lettera a), della Legge n° 36 del 22/02/2001 ai fini della progressiva miticizzazione dell'esposizione ai campi medesimi

Fascia di rispetto (Rif. Allegato al D.M. 29 Maggio 2008)

È lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità all'interno del quale non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Distanza di prima approssimazione (DPA) (Rif. Allegato al D.M. 29 Maggio 2008)

È la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro della linea che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

5 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, prevede che il proprietario/gestore dell'elettrodotto comunichi alle autorità competenti l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il calcolo dell'induzione magnetica, che va eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (G.U. n. 156 del 5 luglio 2008), sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche dell'impianto, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti. Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

- bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I;
- tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi.

Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1 m. Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto il Decreto introduce una procedura semplificata per il calcolo della DPA ai sensi della CEI 106-11 che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008, la norma sottolinea che generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.

Ai fini dell'individuazione dei limiti entro i quali deve essere verificato il rispetto dell'obiettivo di qualità, così come definito nel D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, si è provveduto ad effettuare il calcolo delle fasce di rispetto.
Per “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, ovvero il volume racchiuso dalle curve isolivello a 3 microtesla, all’interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.
Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l’APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l’approvazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 - Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Considerando il caso in esame di tipo complesso lo studio è stato eseguito mediante modelli tridimensionali facendo riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 per la modellizzazione delle sorgenti. Il calcolo è stato eseguito con l’ausilio del software XGSLab Vers. 2024.1.20 – 12/24 prodotto e distribuito da SINT Ingegneria. XGSLab, uno dei più potenti pacchetti software per l'analisi dei campi elettromagnetici in particolare il modulo impiegato nel calcolo XGSA_FD è un software di ingegneria multiuso per sistemi di messa a terra, campo elettromagnetico e analisi delle interferenze nel dominio della frequenza da CC a circa 100 MHz, inclusa l'analisi della resistività del suolo. In questo ambito verrà impiegato per il calcolo del campo elettrico e di induzione magnetica a 50Hz generati dal sistema elettrico oggetto di studio.

5.1 VERIFICA DI CONFORMITA’

In particolare la procedura seguita, per la verifica della conformità dell'opera in materia di campi elettrici e magnetici, è quella che si riporta di seguito:

1. Valutazione delle correnti e tensioni di calcolo da applicare all’impianto (per il dettaglio vedere capitolo 6);
2. Calcolo delle fasce di rispetto e delle curve limite per il campo elettrico con riferimento rispettivamente all’obiettivo di qualità (3μT) e valore di attenzione (5kV/m);

3. Verifica planimetrica dell'eventuale presenza di fabbricati ricadenti all'interno della fascia di rispetto;
4. Per tutti i casi di cui sopra accertare la destinazione d'uso e stato di conservazione attraverso visure catastali e sopralluoghi sul posto, potendo così nel caso escluderli dalla definizione di "recettore".

6 LAYOUT IMPIANTO

Lo schema della nuova sottostazione AT/MT - 220/15/11 kV è riportato nel layout di seguito. Si prevedono:

- n°2 stalli di arrivo linea per cavi AT a 220 kV, con interruttore ibrido, in arrivo da Stazione TERNA;
- N°1 sistema a doppia sbarra in aria a 220 kV;
- n°2 stalli trasformatore, ogni trasformatore con secondario a 15 kV (a carico), per alimentazione del package Heat Recovery A2A;
- n°3 stalli trasformatore, ogni trasformatore con secondario a 11 kV (a carico) per alimentazione dei data center ML9, ML10 e ML11;
- Collegamenti MT verso i data center e servizi ausiliari.

6.1 DATI TECNICI

- Tensione lato AT: 220 kV
- Tensione lato MT (verso package heat recovery A2A): 15 kV (a carico)
- Tensione lato MT (verso i data center ML9, ML10 e ML11): 11 kV (a carico)
- 2 Trasformatori: A_n= 36/40 MVA KNAN/KNAF, $V_{n=}$220/15 kV (a carico)
- 3 Trasformatori: A_n= 45/55 MVA KNAN/KNAF, $V_{n=}$220/15 kV (a carico)
- Collegamenti in MT a 11 kV o 15 kV in partenza dai relativi trasformatori.

6.2 VALORI CORRENTI IMPIEGATE NEI CALCOLI

I valori di corrente da adottare nel calcolo, sono state fornite direttamente dal committente. Nel dettaglio:

<u>Correnti di calcolo lato AT 220 kV</u>

Per quanto riguarda le correnti delle apparecchiature installare sul lato AT della sottostazione si impiegheranno le seguenti correnti:

- ✓ 450 A per sbarre AT,
- ✓ 450 A per linee AT in arrivo dalla stazione TERNA

Correnti di calcolo lato MT 15 kV (a carico)

Per quanto riguarda le correnti delle apparecchiature installare sul lato MT della sottostazione si impiegheranno le seguenti correnti:

- ✓ 1600 A per le linee MT in uscita dai trasformatori AT/MT e verso il package Heat Recovery A2A (valore conservativo, pari alla potenza massima di design di ogni trasformatore);

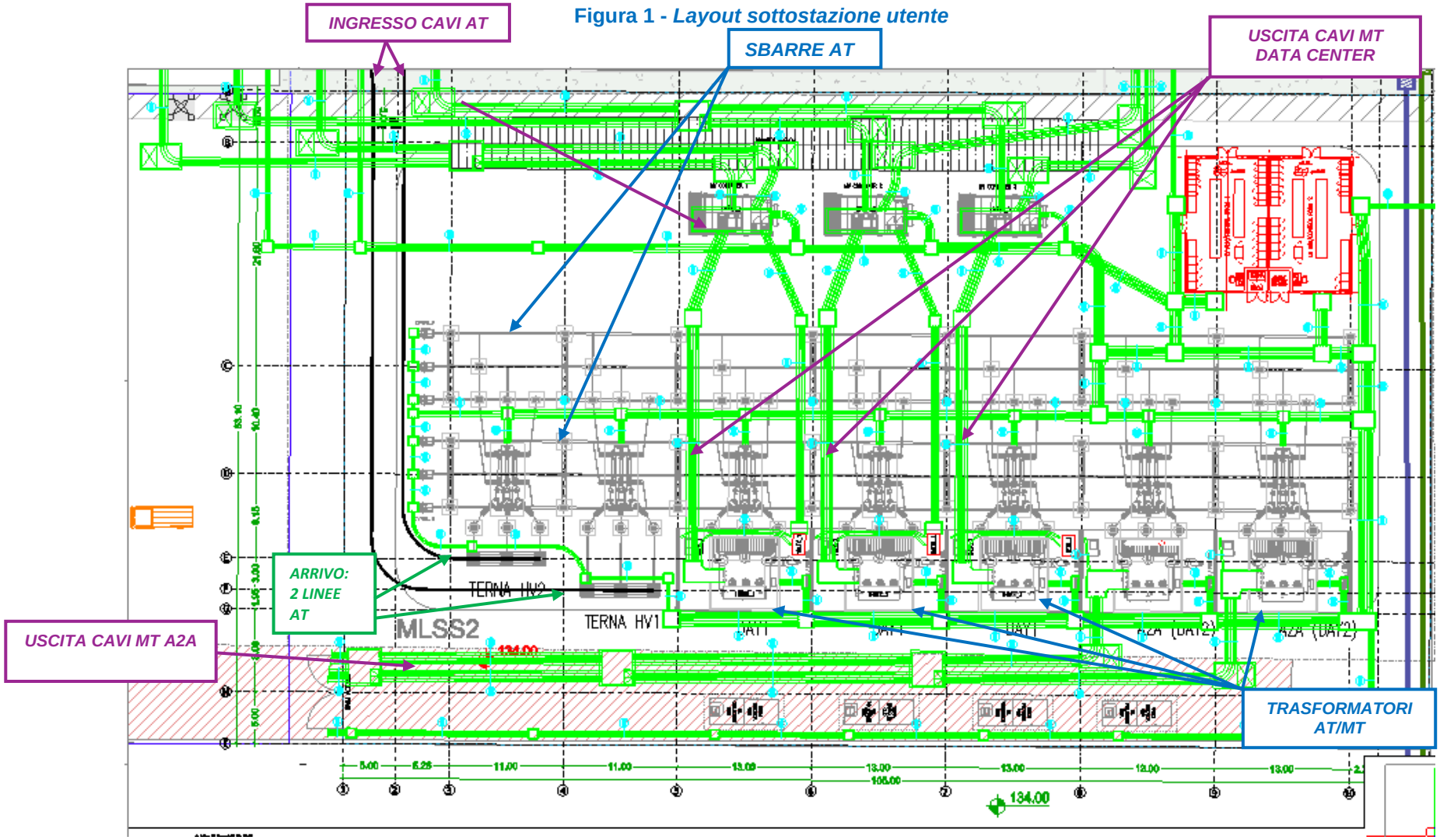
Correnti di calcolo lato MT 11 kV (a carico)

Per quanto riguarda le correnti delle apparecchiature installare sul lato MT della sottostazione si impiegheranno le seguenti correnti:

- ✓ 3000 A per linee MT in uscita dai trasformatori AT/MT e verso i data center (valore conservativo, pari alla potenza massima di design di ogni trasformatore);

NOTA: Le valutazioni di cui alla presente relazione si limitano allo studio degli impianti della sottostazione utente. La parte di impianto relativa all'area generale dei data center è esclusa nella dalla presente trattazione perché oggetto da appositi documenti dedicati.

Figura 1 - *Layout sottostazione utente*



6.3 CONFIGURAZIONE GEOMETRICA ADOTTATA NEL CALCOLO

Il modello di calcolo è stato realizzato in riferimento al progetto fornito dal committente, come da dimensioni e quote indicate nel layout di riferimento di cui alla figura 1; nel dettaglio per gli elementi principali si sono adottate le seguenti configurazioni:

- Sistema di sbarre 220 kV: h=9,4 m da terra e interasse tra le sbarre di circa 3,2 m.
- Linee AT interrate a profondità minima 2,2 m. Ingresso linee AT ad altezza 5 m.
- Vie cavi MT posate in banchi tubi interrati a profondità minima 1,5 m.

6.4 DISTRIBUZIONE DELLE TENSIONI E DELLE CORRENTI

In riferimento ai valori indicati ai paragrafi 6.1 e 6.2, di seguito si riporta il Modello XGSLAB con indicazione tensioni e correnti utilizzate (valori conservativi in caso di potenza massima sulla sezione A della sottostazione utente, che porta ai risultati più conservativi di calcolo).

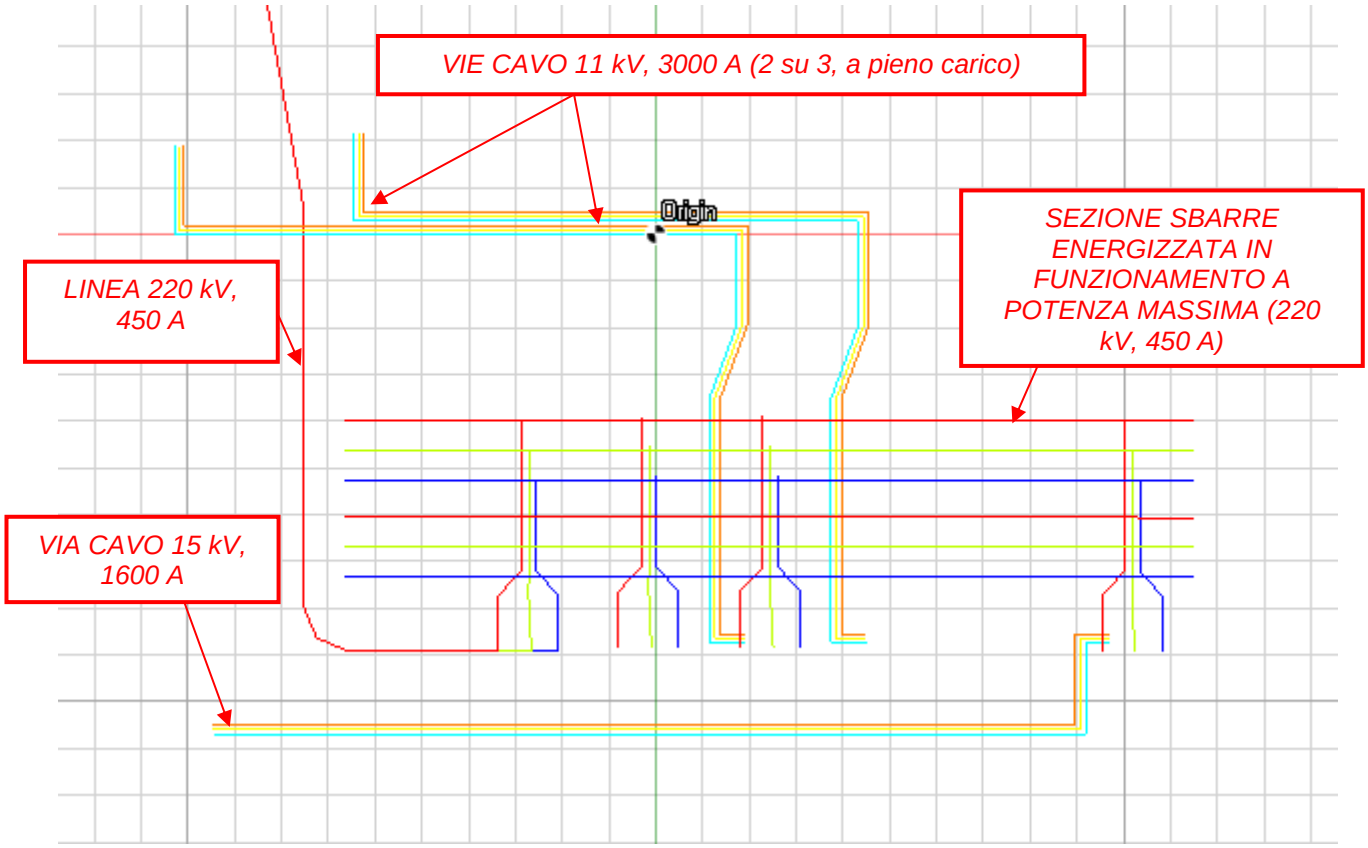


Figura 2 – Modello XGSLAB con indicazione tensioni e correnti (dimensione griglia mostrata: 5m)

Nota: A favore della sicurezza, l'analisi è stata condotta in riferimento ad un assetto possibile ma inusuale, ovvero con tutto il carico dei data center alimentato da due trasformatori e tutto il carico

del package A2A alimentato da un solo trasformatore. Pertanto, nell'assetto di verifica, le correnti in circolazione sarebbero le massime possibili e, pertanto anche i campi elettici e magnetici irradiati. Ovviamente, in caso di funzionamento di trasformatori diversi da quelli considerati, i risultati di calcolo saranno analoghi in termini di distanze di rispetto.

7 VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO E FASCE DI RISPETTO

Il campo magnetico prodotto da un elettrodotto (linea aerea o in cavo e cabine elettriche) è dipendente dalla configurazione dei conduttori e varia in funzione dell'intensità di corrente che percorre i conduttori stessi. I valori dell'induzione magnetica sono funzione della distanza del punto rispetto alla fonte e pertanto, maggiore è questa distanza, minore è il valore dell'induzione magnetica in quel punto. Nelle figure di seguito si riporta la distribuzione del campo magnetico, calcolato su una superficie orizzontale a 1 m dal suolo.

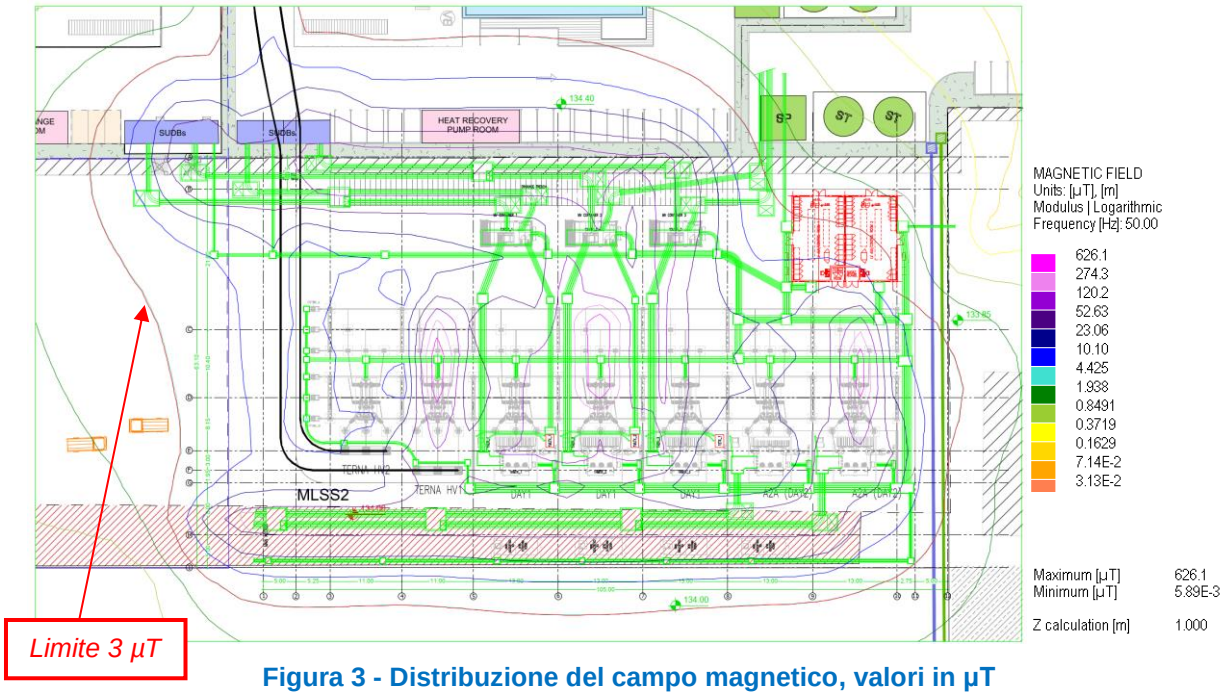


Figura 3 - Distribuzione del campo magnetico, valori in µT

Come previsto dalla normativa vigente per i nuovi impianti occorre verificare il rispetto dell'obiettivo di qualità corrispondente a valori di campo magnetico pari a 3 µT (zona mediana della curva gialla). Come evidenziato nella figura precedente, il limite dell'obiettivo di qualità risulta è confinato a una distanza massima di 7 m dall'asse delle linee 220 kV da 450 A in arrivo da TERNA, a una distanza massima di 20 m dall'asse delle linee 11 kV da 3000 A a nord dell'area di sottostazione e a una distanza massima di 15 m dall'asse delle linee 15 kV da 1600 A a sud dell'area.

8 VALUTAZIONE CAMPO ELETTRICO

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico proporzionale alla tensione della linea stessa. Il valore del campo elettrico decresce molto rapidamente con la distanza man mano ci si allontana dalla fonte. Nelle figure di seguito si riporta la distribuzione del campo elettrico, calcolato su una superficie orizzontale a 1 m da suolo.

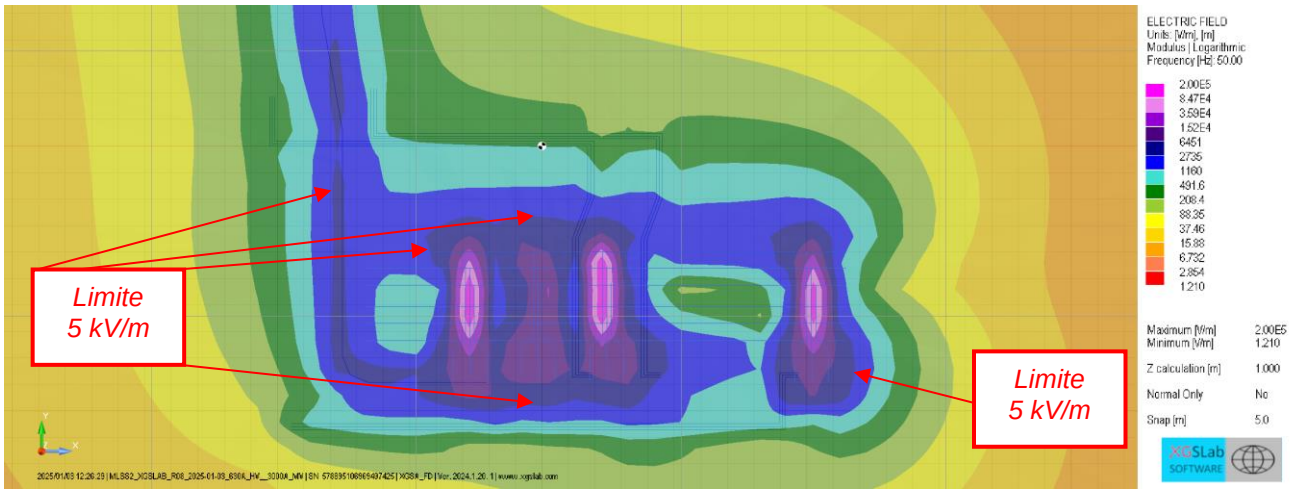


Figura 4 - Distribuzione del campo elettrico, valori in V/m

Il limite del valore di attenzione di 5 kV/m (rappresentato nella figura precedente come la zona mediana della curva blu carico) risulta confinato a una distanza di massima di 7 m dalle apparecchiature e linee AT (220 kV), mentre risulta trascurabile per le linee MT (11-15 kV, 3000-1600 A per ogni via cavo), in quanto interrate e pertanto schermate dal suolo circostante.
Risulta peraltro sotto il limite ammissibile, a 1 m di altezza dal suolo, il contributo dei collegamenti tra interruttori ibridi e trasformatori, in quanto situati ad una altezza di circa 5-6 m rispetto al suolo.

9 CONCLUSIONI

Come si evince dalle analisi sopra descritte e dai grafici riportati oltre alla tavola allegata, il progetto della sottostazione Utente è pienamente rispondente a quanto previsto dalla normativa vigente in materia, Legge n.36 del 22/02/01 e rispetta l'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 8 luglio 2003.
I valori del campo elettrico prodotti dalle nuove apparecchiature sono inferiori al valore di attenzione di cui al sopradetto D.P.C.M., inoltre per quanto riguarda il campo di induzione magnetica, le analisi effettuate mostrano che all'interno della fascia di rispetto calcolata non ricadono luoghi sensibili come aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenza di persone non inferiore a 4 ore giornaliere. In particolare, sulle vie cavo di uscita delle linee MT della sottostazione, l'isolinea del campo magnetico rappresentante l'obiettivo di qualità, calcolata a

1 m dal suolo, non va oltre una distanza di 7-20 m dai confini della sottostazione, ad eccezione ovviamente in prossimità delle uscite cavi MT verso il package Heat Recovery A2A e i data center, dove è stato previsto il passaggio delle linee MT in uscita. Va altresì detto che in tale zona non sono presenti né previsti in futuro recettori sensibili.
Ovunque si voglia limitare ulteriormente il campo magnetico, si raccomanda di valutare l'installazione, lungo i condotti delle linee entranti e uscenti, di materiale ferromagnetico a schermo del campo magnetico.

Va inoltre ribadito che in generale nei calcoli, come previsto dalla norma, sono state considerate, per le apparecchiature e le linee, portate in corrente in regime permanente, valori sicuramente superiori alle correnti d'impiego nel normale funzionamento dell'impianto e pertanto del tutto cautelativi.
Si raccomandano misure dei campi elettrici e magnetici a lavori ultimati, per verificare i limiti calcolati nel presente documento.
Per ultimo si sottolinea che all'interno della sottostazione non è prevista né prevedibile la permanenza continuativa di personale.